

KAJIAN KINERJA FILTER DRAIN DI JALAN RAYA SEBAGAI SALAH SATU BENTUK SISTEM DRAINASE BERKELANJUTAN

Nursetiawan

Dosen Jurusan Teknik Sipil – Institut Teknologi Nasional
Jl. PHH Mustafa No. 23, Telp: (022) 7272215 ext. 135, Bandung
Email: nursetiawan@itenas.ac.id

Abstrak

Air di jalan raya harus dibuang sesegera mungkin karena dapat memicu terjadinya kecelakaan lalu-lintas dan juga dari aspek teknik dapat mengurangi usia guna dari jalan tersebut. Dampak pembangunan, termasuk pembangunan jalan raya pada siklus air sudah kita sadari bersama. Makin meningkatnya pembangunan yang mengakibatkan perubahan peruntukan lahan, akan meningkatkan pula terjadinya volume limpasan dan disertai penurunan kualitas sumber air. Penggunaan drainase konvensional seperti saluran terbuka dan pipa lebih bertujuan untuk membuang air sesegera mungkin dan dapat meningkatkan terjadinya banjir di daerah hilir. Disamping itu limpasan air hujan dari wilayah urban, khususnya dari jalan raya diketahui mengandung polutan seperti logam berat, minyak, bahan-bahan kimia yang bersumber dari kendaraan. Semua bahan tersebut akan terbawa oleh limpasan air dan selanjutnya masuk dan mencemari sungai.

Makalah ini merupakan sebuah kajian pustaka dalam upaya memperkenalkan lebih jauh tentang filter drain yang digunakan pada drainase jalan raya, sebagai salah satu bentuk sistem drainase berkelanjutan atau lebih dikenal sebagai *Sustainable Drainage Systems* (SuDS). Kajian kinerja filter drain ini lebih ditekankan pada aspek hidrologi dan kualitas air dengan mengontrol air limpasan sedekat mungkin dari sumbernya, dengan mengambil studi pustaka untuk kasus di negara UK. Penggunaan sistem drainase ini pada jalan raya dapat mengurangi dampak hidrologi dari penggunaan permukaan kedap (*impermeable surface*) dan juga dari aspek lingkungan dapat mengurangi pengaruh polutan yang masuk ke badan-badan air.

Kata Kunci : limpasan, sistem drainase berkelanjutan, infiltrasi

I Pendahuluan

Dengan makin meningkatnya urbanisasi dan makin meningkatnya permukaan lahan alami yang ditutup dengan permukaan kedap buatan manusia seperti perkerasan jalan, biaya investasi untuk pembangunan jaringan drainase juga makin meningkat dengan pesat.

Pembangunan permukaan kedap dalam skala besar umumnya memicu dampak-dampak yang beragam seperti meningkatnya aliran puncak di sungai. Dampak lainnya adalah penurunan tingkat infiltrasi dimana makin berkurangnya pengisian kembali air tanah akan diikuti dengan makin kecilnya aliran dasar di sungai yang sangat terasa pada saat musim kemarau. Limpasan air dari area yang kedap juga makin meningkatkan beban polutan terhadap sungai-sungai. SuDS menawarkan satu solusi untuk permasalahan-permasalahan ini.

Bahasan dalam makalah ini merupakan kompilasi dari informasi-informasi yang dikumpulkan berdasarkan kajian pustaka dari pustaka-pustaka terkait. Brattebo and Booth (2003) telah mengevaluasi 4 macam perkerasan lolos air yang digunakan di lahan parkir dalam hal ketahanan, kemampuan untuk menginfiltrasi air hujan dan dampak kualitas air lalu membandingkannya dengan permukaan aspal. Schluter et al (2002) telah memonitoring 3 (tiga) struktur SuDS di Scotland, United Kingdom Salah satu diantaranya adalah filter drain sepanjang Lang Stranct di Aberdeen (LSA).

SuDS adalah sebuah konsep sistem drainase yang meniru perilaku drainase alamiah (siklus hidrologi) dimana struktur bangunannya di tempatkan sedekat mungkin dengan sumber limpasan. Sistem ini sebenarnya bukan merupakan hal baru dimana konsep sumur resapan sudah dikenal sejak lama. Namun perlu usaha lebih keras, kepedulian dan peran serta semua pihak agar sistem ini dapat diimplementasikan dalam semua aspek

pembangunan kawasan, sebagai salah satu cara untuk konservasi sumber daya air dan menyelamatkan lingkungan dari dampak pembangunan.

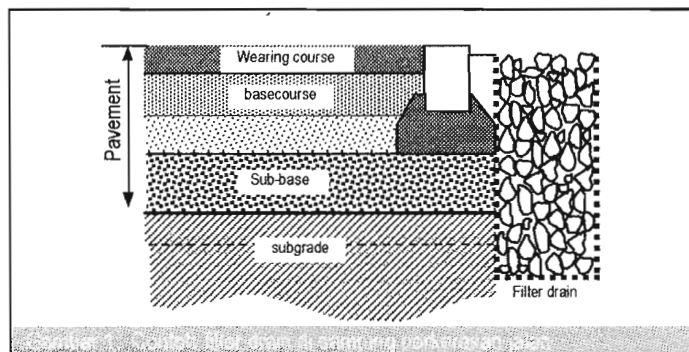
II Filter Drain sebagai Metode Drainase Infiltrasi

Tujuan dari penggunaan sistem drainase filtrasi adalah untuk meminimalisasi perubahan hidrologi sungai-sungai, meminimalisasi meningkatnya perubahan sistem air tanah akibat pengaruh urbanisasi, dan untuk mengurangi aliran polutan terbuang menuju ke badan-badan air.

Penggunaan sistem filtrasi dan porus aspal sebagai struktur drainase untuk system jalan raya adalah langkah utama peningkatan kontrol sumber dimana secara langsung menangani permasalahan kuantitas dan kualitas limpasan pada tahapan seawal mungkin.

Salah satu metode drainase filtrasi yang secara luas digunakan pada sistem jalan raya adalah filter drain. Filter drain adalah saluran yang diisi oleh material porus (permeabel) dimana di dalamnya limpasan ditampung dari ujung perkerasan, lalu disimpan dan dialirkan. Limpasan tersebut tersimpan sementara diantara rongga-rongga kerikil yang kemudian akan terinfiltrasi ke dalam tanah di sekitarnya dan selanjutnya turun sampai ke regim bawah tanah.

Filter drain umumnya digunakan di sisi jalan raya dan di kawasan parkir untuk menangkap limpasan dari permukaan perkerasan di sekitarnya. Keuntungan dari sistem ini adalah sangat mudah dalam hal pelaksanaan dan sangat sedikit dalam penggunaan lahan. Gambar-1 menyajikan contoh detail dari filter drain.



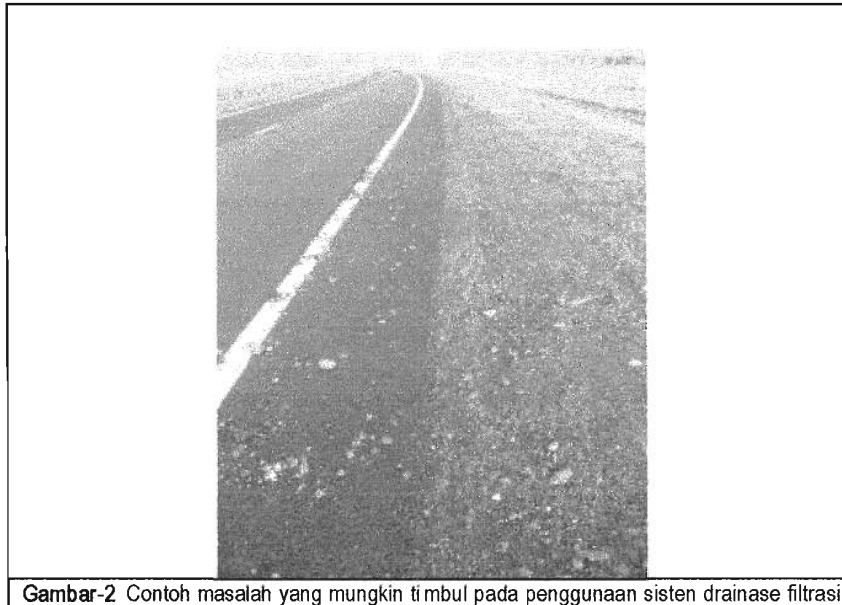
Salah satu elemen penting dalam desain filter drain adalah desain material filter untuk tujuan perkolasi air. Nilai perkolasi adalah kompromi antara tingkat pembuangan polutan dan kepentingan untuk membatasi resiko banjir dalam hal desain kejadian banjir. Desain dari material filter juga untuk menyimpan air dimana makin besar void rasio, makin besar daya simpan yang tersedia di saluran.

Kinerja dari filter drain sebagai sarana untuk mengontrol kuantitas dan kualitas aspek dari limpasan jalan raya tergantung pada intensitas dan durasi hujan, material filter dari drainase dan pada tipe dan parameter tanah sekitarnya.

III Kelemahan Penggunaan Sistem Infiltrasi

Salah satu permasalahan penggunaan system drainase filtrasi adalah penurunan kinerja seiring berjalannya waktu. Permasalahan-permasalahan yang seringkali timbul dari system drainase ini adalah:

1. Penyumbatan rongga-rongga dari material filter adalah sebuah proses yang tampaknya menurunkan tingkat infiltrasi.
2. Batu-batu kerikil tercecer yang diakibatkan oleh kendaraan yang melintas. Hal ini dapat mengurangi kenyamanan bagi pengendara dan beresiko bagi tingkat keamanan.
3. Kemungkinan melunaknya pondasi akibat saluran terendam air pada pondasi jalan yang dapat menyebabkan kerusakan jangka panjang.



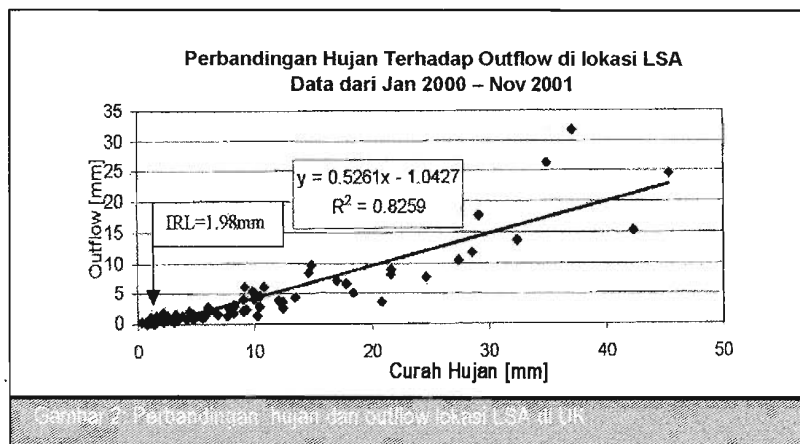
Gambar-2 Contoh masalah yang mungkin timbul pada penggunaan sisten drainase filtrasi

IV Hasil Penelitian dan Bahasan

1. Kinerja dari aspek hidrologi

Saat hujan turun di atas permukaan kedap, pertama-tama hujan akan membasahinya, sebagian dari hujan tersebut akan terserap dan sebagian lagi akan membentuk genangan-genangan air pada lekukan-lekukan di atas permukaan. Proses ini akan berlangsung selama periode yang singkat dan selanjutnya hujan akan berubah menjadi limpasan permukaan dan mengalir menuju system drainase.

Pengukuran outflow yang mereka lakukan diplot pada grafik terhadap total curah hujan pada setiap kejadian untuk menunjukkan jumlah air yang tersisa pada setiap kejadian. 85 kejadian telah dicatat oleh mereka untuk mempelajari kinerja dari filter drain. Persentase aliran keluar (outflow) dari kejadian yang telah dimonitor adalah dalam kisaran 5-170% dengan rata-rata outflow sebesar 36%. Dua kejadian curah hujan memberikan hasil yang lebih besar dari 100% yang diperkirakan akibat aliran masuk dari area sekitarnya atau dari elevasi muka air tanah



Gambar 2: Perbandingan hujan dan outflow lokasi LSA di UK

Sumber: Schluter et al (2002)

2. Kinerja dari Aspek Kualitas Air

Polutan pada permukaan jalan raya dapat datang dari bermacam-macam sumber antara lain dari roda kendaraan, deposisi kendaraan, bocornya bahan bakar kendaraan dan dari perawatan perawatan lahan pertanian. Polutan yang umumnya terdeteksi dari limpasan air di jalan raya adalah [7]:

1. Sedimen
2. Logam (zinc, tembaga, kadmium)
3. Hidrokarbon (oli dan bahan bakar) termasuk polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)
4. Pestisida dan herbisida (dari perawatan lahan pertanian)
5. Klorida (umumnya untuk pencairan salju pada wilayah-wilayah yang mengalami musim winter)

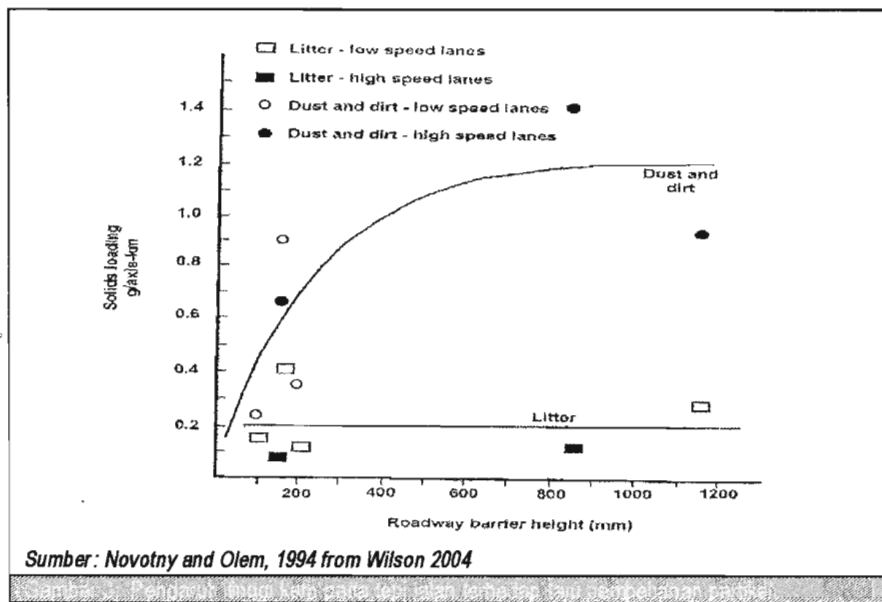
Konsentrasi kandungan polutan-polutan tersebut sangat tergantung pada berbagai faktor termasuk lokasi, volume lalu lintas kendaraan dan lamanya periode waktu kering sebelum terjadinya hujan. Tabel-1 di bawah ini menunjukkan tipikal laju polutan yang terbangkitkan di jalan raya di wilayah UK.

Tabel 1. Tipikal Polutan dari Permukaan Jalan Raya

Traffic Flow (AADT)	(kg/ha/tahun)						
	Total Solids	COD (kg O ₂)	NH ₄ -N	Total Copper	Soluble Copper	Total Zinc	Soluble Zinc
< 5000	2500	250	4.0	0.4	0.2	0.4	0.2
5000 - 15000	5000	400	4.0	0.7	0.3	1.0	0.5
15000 - 30000	7000	550	4.0	1.0	0.4	2.0	1.0
> 30000	10000	700	4.0	3.0	1.2	5.0	2.5

Sumber: Luker and Montague, 1994 (cited by Wilson et al, 2004)
 AADT = Annual average daily traffic

Telah terbukti bahwa sekitar 95 persen pencemaran dari permukaan kedap air di wilayah perkotaan seperti jalan-jalan dan kawasan parkir terakumulasi pada 600 mm tepi penghalang jalan (kerb) [10]. Oleh sebab itu tinggi kerb dapat menyebabkan meningkatnya polutan pada tepi permukaan kedap (dikaitkan dengan sediment halus). Pengaruh tinggi kerb pada sedimen yang terbangkitkan disajikan pada Gambar-4 yang menunjukkan bahwa tanpa kerb dan penghalang jalan pada struktur SuDS memberikan keuntungan dalam hal pengurangan laju polutan.



Percobaan efisiensi kinerja penghilangan/pembuangan polutan oleh filter drain yang telah dilakukan pada salah satu jalan bebas hambatan (M1 motorway) di wilayah UK disajikan pada Tabel-2. Nilai-nilai yang disajikan pada tabel tersebut mungkin digunakan sebagai batas atas untuk membandingkan kinerja filter drain diantara system-sistem SuDS lainnya [10].

Schueler pada tahun 1987 [4] merekomendasikan bahwa saluran filter drain seharusnya didesain untuk membuang air selama 72 jam setelah kejadian hujan. Hal ini untuk memberikan kesempatan pada tanah di sekitar saluran untuk mengalirkan dan menjaga kondisi areobik yang mana akan meningkatkan kemampuan penghilangan polutan oleh tanah di bawah saluran filter drain tersebut. Schueler (1987) juga menyarankan bahwa jika saluran dibangun pada kondisi tanah dengan kemampuan meng-infiltrasi terbatas seperti loam dan silt loam, ini mungkin disarankan untuk memperdalam saluran untuk batas keamanan.

Tabel 2. Efisiensi Penghilangan Polutan Rata-Rata Tahunan untuk Filter Drain

Polutan	Efisiensi Penhilangan Rata-Rata Tahunan (%)
TSS	85
Total lead	83
Total zinc	81
Solid associated zinc	84
Dissolved zinc	56
Chemical oxygen demand	59
Oil	70*
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons	70*
* Nilai perkiraan	
Sumber: Luker and Montague, 1994 (Cited by Wilson, 2004)	

V Diskusi

Filter drain telah menjadi solusi tradisional yang diterima untuk membuang limpasan pada jalan raya sejak bertahun-tahun karena mempunyai material filter dengan tekstur terbuka dimana menyediakan metode pembuangan air hujan yang cukup cepat dari jalan dan tepi perkerasan. Sistem drainase infiltrasi ini dapat digunakan baik untuk system drainase permukaan maupun system drainase bawah permukaan karena tidak hanya membuang limpasan permukaan melalui bagian atas dari saluran, akan tetapi juga mampu menangkap aliran bawah permukaan melalui dinding saluran.

Wilayah perkotaan menjadi makin padat disebabkan oleh makin meningkatnya kebutuhan akan lokasi-lokasi untuk proyek pembangunan dan perubahan lahan tersebut menyebabkan meningkatnya limpasan air dan hal ini menjadikan tantangan untuk mendapatkan lahan dan infastruktur yang sesuai untuk memfasilitasi pengembangan SuDS. Tujuan ini adalah penting dalam bagaimana membiarkan SuDS untuk mengurangi kerugian banjir dan memberikan respon terhadap meningkatnya tingkat curah hujan yang disebabkan oleh perubahan iklim.

VI Kesimpulan dan Saran

Kajian ini menunjukkan bahwa SuDS memenuhi kebutuhan akibat adanya perubahan hidrologi dan mengurangi terjadinya pencemaran badan-badan sungai. Namun demikian, kajian lebih lanjut diperlukan untuk memperoleh pemahaman lebih mendalam tentang kemampuan jalan raya sebagai salah satu elemen dalam system drainase berkelanjutan.

Di samping itu juga, perlu upaya lebih keras, kepedulian dan peran serta semua pihak agar sistem drainase berkelanjutan dapat diimplementasikan dalam semua aspek pembangunan kawasan, sebagai salah satu upaya dalam rangka konservasi sumber daya air dan menyelamatkan lingkungan dari dampak negatif pembangunan.

VII Daftar Pustaka

- Abbott, C.L., Comino, L., Angood, C. (2000) *Monitoring Performance of Infiltration Drainage Systems*. Report SR 569, HR Wallingford.
- Ahmed, Z., and White T.D. (1997) *Comparative Field Performance of Sub-Drainage Systems*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 123, No.3 May/June, 1997, ASCE, pp 194-201.
- Brattebo, B.O. and Booth, D.B. (2003) *Long-term Stormwater Quantity and Quality Performance of Permeable Pavement Systems*. Water Research Journal, Elseiver. Vol. 37 (2003). Pp 4369-4376.
- Duchene M., McBEan E.A., Thomson, N.R. (1994) *Modelling of Infiltration from Trenches for Storm-Water Control*. Journal of Water Resources Planning and Management Vo. 120, No.3, May/June 1994, ASCE, pp 277-291.
- Jefferies, C. (2004) *SUDS in East Scotland – The Monitoring Programme*. Final Report. Scotland & Northern Ireland Forum for Environmental Research (SNIFFER).
- Li Y., Buchberger, S.G., Sansalone, J.J. (1999) *Variability Saturated Flow in Storm-Water Partial Exfiltration Trench*. Journal of Environmental Engineering Vol. 125, No.6., June 1999, ASCE. Pp 556-565.
- Pratt, C., Wilson, S., Cooper, P. (2002). *Source Control Using Constructed Pervious Surfaces*. Hydraulic, Structural and Water Quality Performance Issues. CIRIA C582, London.
- Raimbault, G., Andrieu, H., Berthier, E., Joannis C., Legret, M. (2002) *Rainwater Infiltration Through Urban Ground Surfaces: From Impermeable Surfacing to Reservoir-Structures*. Bulletin Des Laboratoires Des Ponts et Chaussees. Pp. 41-52.
- Schluter, W., Spitzer, A., Jefferies, C. (2002) *Performance of Three Sustainable Urban Drainage Systems in East Scotland*. Urban Drainage Journal, ASCE.
- Wilson, S., Bray, B., Cooper, P. (2004) *Sustainable Drainage Systems: Hydraulic, Structural and Water Quality Advice*. CIRIA C609, London.